

DIN 4108-3

ICS 91.120.10; 91.120.30

Ersatz für
DIN 4108-3:2014-11

**Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden –
Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz –
Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und
Ausführung**

Thermal protection and energy economy in buildings –
Part 3: Protection against moisture subject to climate conditions –
Requirements, calculation methods and directions for planning and construction

Protection thermique et économie d'énergie dans la construction immobilière –
Partie 3: Protection contre l'humidité conditionnée par le climat –
Exigences, méthodes de calcul et directions pour la planification et l'exécution

Gesamtumfang 75 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
3.1 Begriffe zur Wasserdampfdiffusion.....	9
3.2 Begriffe zur kapillaren Wasseraufnahme	10
3.3 Begriffe zur Wasserdampfkonzektion und Belüftung	10
3.4 Begriffe zur Feuchtespeicherung.....	11
3.5 Begriffe zur Bauteilkonstruktion	11
4 Symbole, Einheiten und Indizes	12
4.1 Symbole und Einheiten.....	12
4.2 Indizes.....	13
5 Vermeidung kritischer Luftfeuchten an Bauteiloberflächen und von Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen	14
5.1 Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen	14
5.1.1 Allgemeine Anforderungen, Berechnungs- und Ausführungshinweise	14
5.1.2 Anforderungen, Berechnungs- und Ausführungshinweise für Wärmebrücken	14
5.1.3 Hinweise für Fenster und Fenstertüren.....	15
5.2 Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen.....	15
5.2.1 Allgemeines	15
5.2.2 Anforderungen	16
5.2.3 Angaben zur Berechnung der Tauwasser- und Verdunstungsmasse.....	16
5.2.4 Angaben zur Bewertung des Bauteils	16
5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist.....	17
5.3.1 Allgemeines	17
5.3.2 Außenwände und Bodenplatten	17
5.3.3 Dächer.....	19
6 Schlagregenschutz von Wänden.....	28
6.1 Allgemeines	28
6.2 Beanspruchungsgruppen	28
6.2.1 Allgemeines	28
6.2.2 Beanspruchungsgruppe I — geringe Schlagregenbeanspruchung	29
6.2.3 Beanspruchungsgruppe II — mittlere Schlagregenbeanspruchung.....	29
6.2.4 Beanspruchungsgruppe III — starke Schlagregenbeanspruchung.....	29
6.3 Putze und Beschichtungen	31
6.4 Beispiele und Hinweise zur Erfüllung des Schlagregenschutzes	31
6.4.1 Außenwände	31
6.4.2 Fugen und Anschlüsse.....	32
6.4.3 Fenster, Außentüren, Vorhangfassaden	33
7 Hinweise zur Luftdichtheit.....	34
Anhang A (normativ) Berechnungsverfahren zur Vermeidung kritischer Luftfeuchten an Bauteiloberflächen und zur Bestimmung von Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen.....	35
A.1 Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen	35
A.1.1 Allgemeines	35
A.1.2 Berechnung für ebene, thermisch homogene Bauteile	38
A.1.3 Berechnung im Bereich von Wärmebrücken	38

A.2	Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen.....	39
A.2.1	Allgemeine Angaben zur Berechnung.....	39
A.2.2	Randbedingungen	39
A.2.3	Hinweise zu Stoffeigenschaften.....	40
A.2.4	Vorgehensweise	41
A.2.5	Tauwasserbildung und Berechnung der Tauwassermasse	42
A.2.6	Verdunstung und Berechnung der Verdunstungsmasse	44
Anhang B (informativ)	Berechnungsbeispiel.....	49
B.1	Allgemeines	49
B.2	Konstruktionsaufbau und Ausgangsdaten.....	50
B.3	Überprüfung auf Tauwasserbildung im Querschnitt.....	51
B.4	Diffusionsdiagramme für Tau- und Verdunstungsperiode.....	52
B.5	Berechnung der Tauwasser- und Verdunstungsmassen	54
B.6	Bewertung.....	55
Anhang C (normativ)	Grundlagen für wärme- und feuchteschutztechnische Berechnungen	56
C.1	Wärmeschutztechnische Größen und Temperaturverteilung	56
C.1.1	Allgemeines	56
C.1.2	Wärmedurchlasswiderstand.....	56
C.1.3	Wärmedurchgangswiderstand.....	56
C.1.4	Wärmedurchgangskoeffizient	56
C.1.5	Wärmestromdichte.....	56
C.1.6	Temperaturverteilung.....	56
C.2	Feuchteschutztechnische Größen und Dampfdruckverteilungen	58
C.2.1	Allgemeines	58
C.2.2	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	58
C.2.3	Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand.....	58
C.2.4	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte.....	59
C.2.5	Dampfdruckverteilungen.....	60
C.3	Wasserdampfteildruck und Luftfeuchte	63
C.4	Sättigungsdampfdruck und Taupunkttemperatur	63
Anhang D (normativ)	Feuchteschutzbemessung durch hygrothermische Simulation.....	68
D.1	Allgemeines	68
D.2	Äußere Randbedingungen	68
D.2.1	Allgemeines	68
D.2.2	Klimadatensätze	68
D.2.3	Wärme- und Feuchteübertragung an der Außenoberfläche	69
D.3	Raumseitige Randbedingungen	69
D.4	Wärme- und Feuchteübertragung an der raumseitigen Oberfläche	70
D.5	Anfangsbedingungen.....	71
D.6	Feuchtequellen aufgrund von Luftkonvektion oder Schlagregenpenetration durch unvermeidbare Leckagen.....	71
D.6.1	Allgemeines	71
D.6.2	Feuchtequellen durch Dampfkongvektion.....	71
D.6.3	Feuchtequellen durch Schlagregenpenetration.....	71
D.7	Beurteilung der Simulationsergebnisse	72
D.7.1	Allgemeines	72
D.7.2	Eingeschwungener Zustand.....	72
D.7.3	Bewertung der Feuchtezustände an den Oberflächen und innerhalb der Konstruktion	72
D.7.4	Vermeidung von Holzzerstörung.....	72
D.7.5	Vermeidung von Frostschäden.....	73
D.8	Wahl geeigneter Simulationsverfahren	73
D.9	Fehlerkontrolle	73
D.10	Dokumentation	73

Literaturhinweise..... 74

Vorwort

Diese Norm wurde von den NABau-Arbeitsausschüssen NA 005-56-90 AA „Baulicher Wärmeschutz im Hochbau“ und NA 005-56-99 AA „Feuchte“ erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Reihe DIN 4108, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden* besteht aus:

- *Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*
- *Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz — Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*
- *Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte (Vornorm)*
- *Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs (Vornorm)*
- *Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden — Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele*
- *Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe — Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe*
- *Beiblatt 2: Wärmebrücken — Planungs- und Ausführungsbeispiele*
- DIN Fachbericht 4108-8, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden*

Änderungen

Gegenüber DIN 4108-3:2014-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich klarer abgegrenzt und Einleitung aufgenommen;
- b) Überarbeitung nachweisfreie Konstruktionen in 5.3.3 (Dächer, für die kein rechnerischer Tauwasser-Nachweis erforderlich ist);
- c) Anhang B überarbeitet, auf ein Berechnungsbeispiel reduziert;
- d) Status des Anhangs D „Feuchteschutzbemessung durch hygrothermische Simulation“ in „normativ“ geändert und erweitert.

Frühere Ausgaben

DIN 4108: 1952xx-07, 1960-05, 1969-08
 DIN 4108-3: 1981-08, 2001-07, 2014-11
 DIN 4108-5: 1991-08
 DIN 4108-3 Berichtigung 1: 2002-04

Einleitung

Die möglichen Einwirkungen von Tauwasser aus der Raumluft unter winterlichen Bedingungen und die Einwirkungen von Schlagregen auf Baukonstruktionen sollen so begrenzt werden, dass Schäden (z. B. unzulässige Minderung des Wärmeschutzes, Schimmelbildung, Korrosion) vermieden werden. Die Möglichkeit der raumseitigen Tauwasserbildung aus einströmender Außenluft in den Innenraum (Sommerkondensation) oder die Umkehrdiffusion bei besonnten Bauteilen ist im Einzelfall zu beachten.

Die Anforderungen und Hinweise beziehen sich auf Bauteile nach Abgabe der Rohbaufeuchte. In der Phase der Bauaustrocknung können Verhältnisse auftreten, die besonders berücksichtigt werden müssen und zusätzliche Maßnahmen erforderlich machen können.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für die Planung und Ausführung zum klimabedingten Feuchteschutz in Gebäuden fest. Sie gilt nicht für Bauwerksabdichtungen.

Nebenräume, die zu Aufenthaltsräumen gehören, werden im Sinne dieser Norm wie Aufenthaltsräume behandelt.

Feuchteschutztechnische Anforderungen für raumseitige Bauteiloberflächen werden in DIN 4108-2 behandelt.

Der Nachweis der feuchtetechnischen Unbedenklichkeit von Baukonstruktionen kann je nach Anwendungsfall mithilfe einer dreistufigen Beurteilungsmethodik erfolgen. Die 1. Stufe ist die Auswahl einer nachweisfreien Konstruktion, die 2. Stufe der einfache Nachweis mithilfe des Periodenbilanzverfahrens und die 3. Stufe der Nachweis durch hygrothermische Simulation. Die 1. und die 2. Stufe sind ausschließlich auf Bauteile von nicht klimatisierten Wohn- oder wohnähnlich genutzten Gebäuden anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1045-2, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 4108 Beiblatt 2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Wärmebrücken — Planungs- und Ausführungsbeispiele*

DIN 4108-2, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*

DIN 4108-4, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte*

DIN 4108-7:2011-01, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden — Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele*

DIN 4108-10, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden — Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe — Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe*

DIN 4213, *Anwendung von vorgefertigten Bauteilen aus haufwerksporigem Leichtbeton mit statisch anrechenbarer oder nicht anrechenbarer Bewehrung in Bauwerken*

DIN 18515-1, *Außenwandbekleidungen — Grundsätze für Planung und Ausführung — Teil 1: Angemörtelte Fliesen oder Platten*

DIN 18516-1, *Außenwandbekleidungen, hinterlüftet — Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze*

DIN 18516-3, *Außenwandbekleidungen, hinterlüftet — Teil 3: Naturwerkstein; Anforderungen, Bemessung*

DIN 18540, *Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen*

DIN 68800-1, *Holzschutz — Teil 1: Allgemeines*

DIN 68800-2:2012-02, *Holzschutz — Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau*

DIN EN 206, *Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

DIN EN 992, *Bestimmung der Trockenrohdichte von haufwerksporigem Leichtbeton*

DIN EN 1520, *Vorgefertigte Bauteile aus haufwerksporigem Leichtbeton und mit statisch anrechenbarer oder nicht anrechenbarer Bewehrung*

DIN EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1996-1-1, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten — Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk*

DIN EN 12154, *Vorhangfassaden — Schlagregendichtheit — Leistungsanforderungen und Klassifizierung*

DIN EN 12208, *Fenster und Türen — Schlagregendichtheit — Klassifizierung*

DIN EN 12602, *Vorgefertigte bewehrte Bauteile aus dampfgehärtetem Porenbeton*

DIN EN 13162, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) — Spezifikation*

DIN EN 13165, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PU)*

DIN EN 13166, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzschäum (PF) — Spezifikation*

DIN EN 13168, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzwolle (WW) — Spezifikation*

DIN EN 13171, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF) — Spezifikation*

DIN EN 13499, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) aus expandiertem Polystyrol — Spezifikation*

DIN EN 13500, *Wärmedämmstoffe für Gebäude — Außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) aus Mineralwolle — Spezifikation*

DIN EN 13986, *Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen — Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung*

DIN EN 15026:2007-07, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen — Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation; Deutsche Fassung EN 15026:2007*

DIN EN ISO 6946, *Bauteile — Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 7345, *Wärmeverhalten von Gebäuden und Baustoffen - Physikalische Größen und Definitionen*

DIN EN ISO 9229, *Wärmedämmung — Begriffe*

DIN EN ISO 9346, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Gebäuden und Baustoffen — Physikalische Größen für den Stofftransport — Begriffe*

DIN EN ISO 10211, *Wärmebrücken im Hochbau — Wärmeströme und Oberflächentemperaturen — Detaillierte Berechnungen*

DIN EN ISO 10456, *Baustoffe und Bauprodukte — Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften — Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte*

DIN EN ISO 12570, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Feuchtegehaltes durch Trocknen bei erhöhter Temperatur*

DIN EN ISO 12572, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit — Verfahren mit einem Prüfgefäß*

DIN EN ISO 13788, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen — Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren — Berechnungsverfahren*

DIN EN ISO 15148, *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten — Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen*

DIN EN ISO 15927-3, *Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten — Teil 3: Berechnung des Schlagregenindex für senkrechte Oberflächen aus stündlichen Wind- und Regendaten*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 18516-1, DIN EN 1996-1-1, DIN EN ISO 6946, DIN EN ISO 7345, DIN EN ISO 9229, DIN EN ISO 9346, DIN EN ISO 12572, DIN EN ISO 15148 und die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe zur Wasserdampfdiffusion

3.1.1

Wasserdampfdiffusion

Wanderung von Wassermolekülen in einem Gasgemisch, z. B. Luft bzw. Luft in den Porenräumen von Baustoffen, aufgrund von Unterschieden im Wasserdampfpartialdruck

3.1.2

Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl

μ

Quotient aus Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in Luft δ_0 und Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in einem Stoff δ :

$$\mu = \delta_0 / \delta \quad (1)$$

3.1.3

wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke

s_d

Dicke d einer ruhenden Luftschicht, die den gleichen Wasserdampf-Diffusionswiderstand besitzt wie eine betrachtete Bauteilschicht bzw. ein aus Schichten zusammengesetztes Bauteil

$$s_d = \mu \times d \quad (2)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Für mehrschichtige, ebene Bauteile gilt die Addition der einzelnen wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken der Einzelschichten.

3.1.4

diffusionsoffene Schicht

Bauteilschicht mit $s_d \leq 0,5 \text{ m}$

3.1.5

diffusionsbremsende Schicht

Bauteilschicht mit $0,5 \text{ m} < s_d \leq 10 \text{ m}$

3.1.6

diffusionshemmende Schicht

Bauteilschicht mit $10 \text{ m} < s_d \leq 100 \text{ m}$

3.1.7

diffusionssperrende Schicht

Bauteilschicht mit $100 \text{ m} < s_d < 1\,500 \text{ m}$

3.1.8

diffusionsdichte Schicht

Bauteilschicht mit $s_d \geq 1\,500 \text{ m}$

3.1.9

Schicht mit variablem s_d -Wert

Bauteilschicht, die ihren s_d -Wert in Abhängigkeit von der umgebenden relativen Luftfeuchte verändert

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch DIN 68800-2.

3.2 Begriffe zur kapillaren Wasseraufnahme

3.2.1

kapillare Wasseraufnahme

Aufnahme von flüssigem Wasser in ein benetzbares kapillarporöses Material bei Oberflächenkontakt mit flüssigem Wasser und aufgrund von kapillaren Saugspannungen im Material

3.2.2

Wasseraufnahmekoeffizient

W_w

kapillar aufgenommene Wassermasse bezogen auf die Wurzel aus der Zeit und auf die wasseraufnehmende Fläche (entspricht der benetzten Oberfläche eines Probekörpers beim Saugversuch)

3.3 Begriffe zur Wasserdampfkonvektion und Belüftung

3.3.1

Wasserdampfkonvektion

Transport von Wasserdampf mittels eines strömenden Gasgemisches, z. B. feuchte Luft, aufgrund von Luftdruckdifferenzen, z. B. durch Thermik oder Wind

3.3.2

belüftete Luftschicht

Luftschicht in einer Konstruktion, die mit der Außenluft über Zu- und Abluftöffnungen in Verbindung steht

3.3.3

nicht belüftete Luftschicht

Luftschicht in einer Konstruktion ohne oder mit einer nur dem Druckausgleich dienenden Verbindung zur Umgebungsluft

3.3.4**Luftdichtheit**

Eigenschaft eines Baustoffes, eines Bauteils oder der Hülle eines Gebäudes, nicht oder nur in geringem Maße mit Luft durchströmt zu werden

[QUELLE: DIN 4108-7:2011-01, Begriff 3.4]

3.4 Begriffe zur Feuchtespeicherung**3.4.1****Ausgleichsfeuchte**

Sorptionsfeuchte

Feuchtegehalt eines Baustoffs, der sich bei einer konstanten Temperatur (z. B. 23° C) und einer konstanten relativen Umgebungsfeuchte (z. B. 80 % oder 95 % relative Luftfeuchte) im Baustoff einstellt

3.4.2**Sättigungsgrad**

Quotient aus Masse des Wassers in einem porösen Körper und der maximal möglichen Masse des Wassers (Sättigung)

3.5 Begriffe zur Bauteilkonstruktion**3.5.1****belüftetes Dach**

Dachkonstruktion, bei der direkt oberhalb der Wärmedämmung eine Luftschicht angeordnet ist, die mit der Außenluft in Verbindung steht

3.5.2**nicht belüftetes Dach**

Dachkonstruktion, bei der direkt oberhalb der Wärmedämmung keine Luftschicht angeordnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu nicht belüfteten Dächern gehören auch solche, die außenseitig im weiteren Dachaufbau zusätzliche belüftete Luftschichten haben.

3.5.3**Dachabdichtung**

flächige, wasserdichte Schicht in der Dachkonstruktion

3.5.4**Dachdeckung**

oberer Abschluss einer geeigneten Dachkonstruktion aus überlappenden oder verfalzten Deckwerkstoffen

3.5.5**Nicht belüftete Dachdeckung**

Dachdeckung auf flächiger Unterlage, z. B. Schalung

3.5.6**Belüftete Dachdeckung**

Dachdeckung auf linienförmiger Unterlage, z. B. Lattung und Konterlattung

3.5.7**Hinterlüftete Außenwandbekleidung**

Außenwandbekleidung, bei der raumseitig der Bekleidung und seiner Unterlage eine Luftschicht angeordnet ist, die über Öffnungen am oberen und unteren Abschluss mit der Außenluft in Verbindung steht

3.5.8**belüftete Außenwandbekleidung**

Außenwandbekleidung, bei der raumseitig der Bekleidung und seiner Unterlage eine Luftschicht angeordnet ist, die über Öffnungen am unteren Abschluss mit der Außenluft in Verbindung steht

3.5.9**luftdurchlässige Außenwandbekleidung**

Außenwandbekleidung aus klein- oder brettformatigen Bekleidungselementen (z. B. Schiefer), die überlappend auf linienförmiger Unterlage (z. B. Latten oder Metallprofile) gedeckt werden

3.5.10**Massivdecke**

luftdichtes Bauteil aus mineralischen Materialien

4 Symbole, Einheiten und Indizes**4.1 Symbole und Einheiten**

Für Zeichen, Größen und Einheiten siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Zeichen, Größen und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
G	Feuchteanfall im Raum	kg/h
M_c	Flächenbezogene Tauwassermasse	kg/m ²
M_{ev}	Flächenbezogene Verdunstungsmasse	kg/m ²
R	Wärmedurchlasswiderstand	m ² ·K/W
R_{si}	Wärmeübergangswiderstand, raumseitig	m ² ·K/W
R_{se}	Wärmeübergangswiderstand, außenseitig	m ² ·K/W
R_v	Gaskonstante für Wasserdampf	Pa·m ³ /(kg·K)
T	Thermodynamische Temperatur	K
V	Raumvolumen	m ³
W_w	Wasseraufnahmekoeffizient	kg/(m ² ·h ^{0,5})
Z_p	Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand bezüglich Dampfdruck	m ² ·s·Pa/kg
Z_v	Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand bezüglich volumenbezogener Masse der Luftfeuchte	s/m
d	Schichtdicke	m
f_{Rsi}	Temperaturfaktor für die raumseitige Oberfläche	–
g	Wasserdampfdiffusionsstromdichte	kg/(m ² ·s)
n	Luftwechselrate	h ^{–1}
p	Wasserdampfdruck	Pa
q	Wärmestromdichte	W/m ²

Symbol	Größe	Einheit
s_d	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	m
t	Zeit	s bzw. h
u	Massebezogener Feuchtegehalt nach DIN EN ISO 12570	kg/kg bzw. %
w	Volumenbezogener Feuchtegehalt	kg/m ³
w_{80}	Ausgleichsfeuchte bei 80 % relative Luftfeuchte und 23 °C Umgebungsbedingungen	kg/m ³
w_{95}	Ausgleichsfeuchte bei 95 % relative Luftfeuchte und 23 °C Umgebungsbedingungen	kg/m ³
δ	Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in einem Material	kg/(m·s·Pa)
δ_0	Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient in ruhender Luft	kg/(m·s·Pa)
v	Volumenbezogene Masse der Luftfeuchte (absolute Luftfeuchte)	kg/m ³
Δv	Raumseitige Erhöhung der absoluten Luftfeuchte gegenüber außen	kg/m ³
Δp	Raumseitige Erhöhung des Wasserdampfteildruckes gegenüber außen	Pa
φ	Relative Luftfeuchte	–
λ	Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit	W/(m·K)
μ	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	–
θ	Celsius-Temperatur	°C
ψ_{por}	offene Porosität	m ³ /m ³

4.2 Indizes

Für Indizes siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 — Indizes

Index	Bedeutung
c	Kondensation
cr	Kritischer Wert
e	Außenluft
ev	Verdunstung
i	Raumluft
min	Mindestwert
s	Oberfläche
sat	Wert bei Sättigung
se	Außenseitige Oberfläche
si	Raumseitige Oberfläche

Index	Bedeutung
T	Gesamtwert für einen Bauteil

5 Vermeidung kritischer Luftfeuchten an Bauteiloberflächen und von Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen

5.1 Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen

5.1.1 Allgemeine Anforderungen, Berechnungs- und Ausführungshinweise

Die Anforderungen zur Vermeidung kritischer Luftfeuchten an Bauteiloberflächen gelten, bei der hier zugrundeliegenden, stationären Betrachtungsweise, als erfüllt, wenn die für kritische oder schädigende Oberflächenwirkungen maßgebende relative Luftfeuchte an raumseitigen Oberflächen nicht erreicht bzw. überschritten wird. Als kritische Werte der relativen Luftfeuchte an Oberflächen gelten:

- a) für Tauwasserbildung: $\varphi_{si,cr} = 1$ (entspricht 100 % relative Luftfeuchte);
- b) für Schimmelpilzbildung: $\varphi_{si,cr} = 0,8$ (entspricht 80 % relative Luftfeuchte);

ANMERKUNG Es können weitere Anforderungen bestehen, z. B. zur Vermeidung von Korrosion auf metallischen Baustoffen.

Die dafür jeweils einzuhaltende niedrigste raumseitige Oberflächentemperatur $\theta_{si,min}$ ergibt sich aus den raumseitigen Klimarandbedingungen nach Gleichung (3).

$$p_{sat}(\theta_{si,min}) = \frac{p_i}{\varphi_{si,cr}} = \frac{\varphi_i}{\varphi_{si,cr}} \times p_{sat}(\theta_i) \quad (3)$$

$\theta_{si,min}$ ist nach Anhang A zu bestimmen. Damit ergibt sich der Bemessungs-Temperaturfaktor nach Gleichung (3) als Kenngröße für die erforderliche Qualität des Wärmeschutzes eines Bauteils bei gegebenen beidseitigen Klimarand- und Wärmeübergangsbedingungen.

Zur Ermittlung des erforderlichen Wärmedurchlasswiderstandes des Bauteils nach DIN EN ISO 6946 sind Bemessungswerte aus DIN 4108-4, DIN EN ISO 10456 oder aus Produkt- bzw. Materialspezifikationen anzuwenden.

Weitere Angaben zu Festlegung von Klimarandbedingungen, Wärmeübergangswiderständen und zum Berechnungsverfahren gehen aus DIN EN ISO 13788, DIN EN ISO 6946 und DIN EN ISO 10211 hervor.

ANMERKUNG Bei thermisch trägen, z. B. erdberührten, Umschließungsbauwerken von nicht durchgehend beheizten Räumen besteht in der warmen Jahreszeit und bei natürlicher Belüftung die Gefahr der Tauwasserbildung an der raumseitigen Bauteiloberfläche.

5.1.2 Anforderungen, Berechnungs- und Ausführungshinweise für Wärmebrücken

Anforderungen, Randbedingungen für die Berechnung und Maßnahmen zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung an raumseitigen Oberflächen im Bereich von Wärmebrücken sind in DIN 4108-2 aufgeführt. Für weitere Angaben zur Berechnung von Wärmebrücken siehe DIN EN ISO 10211.

Planungs- und Ausführungsbeispiele für Wärmebrücken sind in DIN 4108 Beiblatt 2 angegeben.

Weitere Angaben zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchten gehen aus DIN EN ISO 13788 hervor.

5.1.3 Hinweise für Fenster und Fenstertüren

Bei diesen Bauteilen gilt nach DIN EN ISO 13788 kurzfristiges Auftreten von Oberflächentauwasser als unkritisch.

5.2 Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen

5.2.1 Allgemeines

Durch das im Winter vorherrschende Dampfdruckgefälle zwischen dem Innenraum von beheizten Gebäuden und der Außenluft kann es in dampfdurchlässigen Bauteilen zur Feuchteerhöhung bis hin zur Tauwasserbildung kommen. Allerdings entsteht sichtbares Tauwasser in der Praxis nur auf oder in Bauteilschichten, die den ankommenden Diffusionsstrom weder durch Sorption noch durch kapillares Saugen aufnehmen können. Die folgenden Anforderungen beziehen sich deshalb ausschließlich auf das hier beschriebene Periodenbilanzverfahren und können nicht auf Modelle, die das reale Temperatur- und Feuchteverhalten von Bauteilen abbilden (siehe Anhang D), übertragen werden.

Das A.2 zugrunde liegende Periodenbilanzverfahren zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser [6] ist nicht anwendbar bei:

- Konstruktionen von Räumen, die unbeheizt, gekühlt oder mit hoher Feuchtelast beaufschlagt sind (z. B. Schwimmbäder);
- erdberührten Bauteilen;
- Bauteilen zu unbeheizten Nebenräumen sowie Kellern;
- begrünten und bekiesten Dachkonstruktionen sowie solchen mit Plattenbelägen und Holzrosten;
- Innendämmung mit $R > 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ auf einschaligen Außenwänden mit ausgeprägten sorptiven und kapillaren Eigenschaften;
- zur Berechnung des natürlichen Austrocknungsverhaltens, wie z. B. im Fall der Abgabe von Rohbaufeuchte oder der Aufnahme von Niederschlagswasser;
- gedämmte, nicht belüftete Holzdachkonstruktionen mit Metaldachdeckung oder mit Abdichtung auf Schalung oder Beplankung ohne Hinterlüftung der Abdichtungs-/Deckunterlage.

Für die oben genannten Fälle wird auf Anhang D verwiesen.

ANMERKUNG Für Holzdachkonstruktionen mit Metaldachdeckung oder mit Abdichtung auf Schalung oder Beplankung ohne Hinterlüftung der Abdichtungs-/Deckunterlag siehe auch DIN 68800-2:2012-02, 7.5.

Das hier zugrunde liegende Periodenbilanzverfahren (auch „Glaser“-Verfahren) zur Berechnung von Diffusionsvorgängen nach Glaser ist eingeschränkt anwendbar bei Dachkonstruktionen die überwiegend verschattet sind oder eine sehr helle Oberfläche aufweisen (Absorptionsgrad $< 0,6$). Für diese Konstruktionen sind bei der Verdunstungsperiode die Klimabedingungen (Sättigungsdampfdrücke) für Wände anzunehmen. Soll ein anderes Verfahren als das Periodenbilanzverfahren zum Einsatz kommen, wird auf Anhang D verwiesen.

Bauteile, die durch innen- und außenseitige Schichten mit einem Wasserdampf-Diffusionswiderstand mit $s_d > 2 \text{ m}$ begrenzt sind, haben ein geringes Trocknungspotential; dasselbe gilt für innengedämmte Konstruktionen die durch innenseitige Schichten mit einem Wasserdampf-Diffusionswiderstand mit $s_d > 2 \text{ m}$ begrenzt sind. Bei solchen Konstruktionen besteht das Risiko, dass eingetragene Feuchte (z. B. konvektive Feuchte, erhöhte Einbaufeuchte, Regenfeuchte) nicht schnell genug wieder austrocknet und damit zu Schäden führt. Das Periodenbilanzverfahren berücksichtigt diese Effekte nicht.

Das Periodenbilanzverfahren ist ein modellhaftes Nachweis- und Bewertungsverfahren als Hilfsmittel für den Fachmann zur Beurteilung des klimabedingten Feuchteschutzes. Es bildet nicht die realen physikalischen Vorgänge in ihrer tatsächlichen zeitlichen Abfolge ab.

5.2.2 Anforderungen

Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen, die durch Erhöhung der Stofffeuchte von Bau- und Wärmedämmstoffen zu Materialschädigungen oder zu Beeinträchtigungen der Funktionssicherheit führt, ist zu vermeiden. Sie gilt als unschädlich, wenn die wesentlichen Anforderungen, z. B. Wärmeschutz, Standsicherheit, sichergestellt sind. Dies wird in der Regel erreicht, wenn die in a) bis d) aufgeführten Bedingungen erfüllt sind:

- a) die Baustoffe, die mit Tauwasser in Berührung kommen, dürfen nicht geschädigt werden (z. B. durch Korrosion, Pilzbefall);
- b) das während der Tauperiode im Innern des Bauteils anfallende Wasser muss während der Verdunstungsperiode wieder an die Umgebung abgegeben werden können, d. h. $M_c \leq M_{ev}$;
- c) bei Dächern und Wänden gegen Außenluft sowie bei Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen darf im Bauteilquerschnitt eine maximale flächenbezogene Tauwassermasse M_c von insgesamt $1,0 \text{ kg/m}^2$ (allgemein) bzw. $0,5 \text{ kg/m}^2$ (an Berührungsflächen von Schichten, von denen mindestens eine nicht kapillar wasseraufnahmefähig ist) nicht überschritten werden. Bei Holzbauteilen ist ggf. eine rechnerische Trocknungsreserve einzuhalten (siehe DIN 68800-2);

ANMERKUNG Als kapillar nicht wasseraufnahmefähige Schichten gelten hier solche mit $W_w < 0,1 \text{ kg/(m}^2\text{h}^{0,5})$. Dazu zählen z. B. Metalle, Folien, die überwiegende Zahl der Dämmstoffe aus Schaumkunststoffen oder Mineralwolle.

- d) bei Holz ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtegehaltes u um mehr als 5 %, bei Holzwerkstoffen um mehr als 3 % unzulässig. Diese Grenzen gelten nicht für Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN EN 13168.

Bei Nichterfüllen der Anforderungen darf mit Hilfe weiterführender Berechnungsmethoden nach Anhang D die Funktionsfähigkeit nachgewiesen werden.

5.2.3 Angaben zur Berechnung der Tauwasser- und Verdunstungsmasse

Die Berechnung der Tauwasser- und Verdunstungsmasse infolge von Diffusionsvorgängen ist nach Anhang A durchzuführen. Konvektionsbedingte Tauwasserbildung ist durch luftdichte Konstruktionen zu minimieren. Beispielhafte Konstruktionen finden sich in DIN 4108-7.

Tritt in der Berechnung nach Anhang A in mehreren Ebenen Tauwasser auf, ist die Summe der flächenbezogenen Tauwassermassen M_c für den Vergleich mit den Bedingungen nach 5.2.2 maßgebend.

5.2.4 Angaben zur Bewertung des Bauteils

Die Ergebnisse der Berechnungen sind entsprechend den folgenden Punkten a) bis d) anzugeben.

- a) Eine Tauwasserbildung tritt nicht auf. In diesem Fall ist anzugeben, dass das Bauteil frei von Tauwasserbildung im Bauteilinneren ist.
- b) Eine Tauwasserbildung tritt an einer oder an mehreren Schichtgrenzen auf.

In diesem Fall sind die an den Schichtgrenzen auftretenden Tauwassermassen einzeln und deren Summe anzugeben. Ferner ist zu überprüfen und zu vermerken, ob die Anforderungen nach 5.2.2 eingehalten werden.

- c) Eine Tauwasserbildung tritt in einem Bereich auf.

In diesem Fall ist die im Bereich auftretende Tauwassermasse anzugeben. Ferner ist zu überprüfen und zu vermerken, ob die Anforderungen nach 5.2.2 eingehalten werden.

- d) Bei Tauwasserausfall in mehr als einem Bereich ist analog 5.2.4 b zu verfahren.

Für die Bewertung der Ergebnisse gilt:

- tritt kein Tauwasser auf oder werden die Anforderungen nach 5.2.2 erfüllt, ist das Bauteil diffusions-technisch zulässig;
- tritt Tauwasser auf und werden die Anforderungen nach 5.2.2 auch teilweise nicht erfüllt, ist das Bauteil diffusionstechnisch nicht zulässig.

5.3 Bauteile, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist

5.3.1 Allgemeines

Für die nachfolgend aufgeführten Bauteile mit ausreichendem Wärmeschutz nach DIN 4108-2 und luftdichter Ausführung nach DIN 4108-7 für nicht klimatisierte Wohn- oder wohnähnlich genutzte Räume ist kein rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls infolge Wasserdampfdiffusion erforderlich, da kein Tauwasserrisiko besteht oder das Periodenbilanzverfahren für die Beurteilung nicht geeignet ist.

Die Belange des konstruktiven Holzschutzes sind in DIN 68800-2 geregelt.

5.3.2 Außenwände und Bodenplatten

5.3.2.1 Wände aus Mauerwerk oder Beton

Wände aus Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-1, Wände aus Normalbeton nach DIN EN 206 bzw. DIN 1045-2, Wände aus gefügedichtem Leichtbeton nach DIN 1045-2, DIN EN 206 und DIN EN 1992-1-1, Wände aus haufwerksporigem Leichtbeton nach DIN 4213, DIN EN 992 und DIN EN 1520, jeweils mit Innenputz und einer der folgenden Außenschichten:

- wasserabweisender Außenputz nach Tabelle 6;
- Außendämmungen nach DIN 4108-10 oder wasserabweisender Wärmedämmputz nach Tabelle 4 oder durch ein nach DIN EN 13499 oder DIN EN 13500 genormtes Wärmedämm-Verbundsystem;
- Verblendmauerwerk nach DIN EN 1996-1-1;
- angemörtelte Außenwandbekleidungen nach DIN 18515-1 bei einem Fugenanteil von mindestens 5 %;
- hinterlüftete Außenwandbekleidungen nach DIN 18516-1 mit und ohne Wärmedämmung;
- einseitig belüftete Außenwandbekleidungen mit einer Lüftungsöffnung von $100 \text{ cm}^2/\text{m}$;
- kleinformatige luftdurchlässige Außenwandbekleidungen mit und ohne Belüftung.

5.3.2.2 Wände mit Innendämmung

Wände ohne Schlagregenbeanspruchung, wie unter 5.3.2.1, mit einem Wärmedurchlasswiderstand der Innendämmung von $R \leq 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Bei einem Wärmedurchlasswiderstand der Wärmedämmschicht von $0,5 < R \leq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ist ein Wert $s_{d,i} \geq 0,5 \text{ m}$ der Wärmedämmschicht einschließlich der raumseitigen Bekleidung erforderlich; das Einströmen von Raumluft in bzw. hinter die Innendämmung ist durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden.

5.3.2.3 Wände in Holzbauart nach DIN 68800-2

Wände in Holzbauart in den unter a) bis e) genannten Konstruktionsvarianten:

Bei den Konstruktionen ist besonders auf den Schlagregenschutz zu achten; Durchdringungen, Anschlüsse bspw. von Fensterbänken sind dauerhaft dicht und sicher auszuführen.

- a) beidseitig bekleidete oder beplankte Wände in Holzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$ und außenseitiger diffusionsoffener Schicht $s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}$ oder Holzfaserdämmplatte nach DIN EN 13171. Dies gilt auch für nicht belüftete Außenwandbekleidungen aus kleinformatischen Elementen, wenn auf der äußeren Beplankung eine zusätzliche wasserableitende Schicht mit $s_{d,e} \leq 0,3 \text{ m}$ aufgebracht ist;
- b) raumseitig bekleidete oder beplankte Wände in Holzbauart mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$ und mit Wärmedämm-Verbundsystemen aus mineralischem Faserdämmstoff nach DIN EN 13162 oder Holzfaserdämmplatten nach DIN EN 13171 und einem wasserabweisenden Putzsystem mit $s_d \leq 0,7 \text{ m}$;
- c) beidseitig bekleidete oder beplankte Wände in Holzbauart mit raumseitiger diffusionshemmender Schicht $s_{d,i} \geq 2,0 \text{ m}$ sowie mit einer äußeren Beplankung $s_d \leq 0,3 \text{ m}$ in Verbindung mit einem Wärmedämm-Verbundsystem aus mineralischem Faserdämmstoff nach DIN EN 13162 oder Holzfaserdämmplatten nach DIN EN 13171 sowie einem wasserabweisenden Putzsystem mit $s_d \leq 0,7 \text{ m}$;
- d) beidseitig bekleidete oder beplankte Elemente mit Wärmedämm-Verbundsystem aus Polystyrol oder Mauerwerk-Vorsatzschalen nach DIN 68800-2:2012-02, Anhang A;
- e) Massivholzbauart mit vorgehängten Außenwandbekleidungen oder Wärmedämm-Verbundsystemen nach DIN 68800-2:2012-02, Anhang A.

5.3.2.4 Holzfachwerkwände mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht

Holzfachwerkwände mit raumseitiger Luftdichtheitsschicht und

- a) wärmedämmender Ausfachung (Sichtfachwerk) sowie einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke der Innenbekleidung von $1 \text{ m} \leq s_{d,i} \leq 2 \text{ m}$;
- b) Innendämmung (über Fachwerk und Gefach) auf Wände ohne Schlagregenbeanspruchung mit einem Wärmedurchlasswiderstand $R \leq 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Bei einem Wärmedurchlasswiderstand der Wärmedämmschicht von $0,5 < R \leq 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ist ein Wert $1 \text{ m} \leq s_{d,i} \leq 2 \text{ m}$ der Wärmedämmschicht einschließlich der raumseitigen Bekleidung erforderlich; das Einströmen von Raumluft in bzw. hinter die Innendämmung ist durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden;
- c) Außendämmung (über Fachwerk und Gefach) als genormtes Wärmedämm-Verbundsystem oder Wärmedämmputz, wobei die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke der genannten äußeren Konstruktionsschichten $s_{d,e} \leq 2 \text{ m}$ ist, oder mit hinterlüfteter Außenwandbekleidung.

5.3.2.5 Erdberührte Kelleraußenwände mit Bauwerksabdichtung

Erdberührte Kelleraußenwände mit Bauwerksabdichtung, aus einschaligem wärmedämmendem Mauerwerk oder Mauerwerk/Beton mit Perimeterdämmung.

5.3.2.6 Bodenplatten mit Perimeterdämmung mit Bauwerksabdichtung

Bodenplatten mit Perimeterdämmung mit Bauwerksabdichtung, wobei der Anteil der raumseitigen Schichten am Gesamtwärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte nicht mehr als 20 % betragen darf.

5.3.3 Dächer

5.3.3.1 Allgemeines

Dachdeckungen müssen regensicher sein. Kennzeichnend dafür sind die sich überlappenden Deckwerkstoffe, z. B. Dachziegel, Dachsteine, Schiefer, Metallbleche und die Einhaltung der Regeldachneigung. Bei Dächern mit Dachdeckungen müssen in der Regel zusätzliche regensichernde Maßnahmen, z. B. Unterdächer, Unterdeckungen, Unterspannungen, geplant und ausgeführt werden.

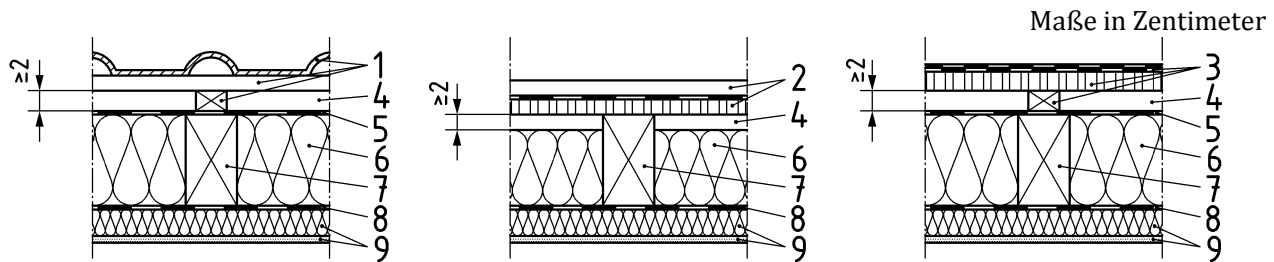
Dachabdichtungen müssen wasserdicht sein. Kennzeichnend für Dachabdichtungen sind die wasserdicht verbundenen Dachabdichtungswerkstoffe, z. B. Bitumenbahnen, Kunststoffbahnen, Elastomerbahnen, Flüssigkunststoffe. Dachabdichtungen müssen bis zur Oberkante der An- und Abschlüsse wasserdicht sein. Dies erfordert auch wasserdichte Anschlüsse an Dachdurchdringungen sowie die Einhaltung bestimmter Anschlusshöhen (siehe [5]).

ANMERKUNG 1 Ausführungen von belüfteten Dächern und nicht belüfteten Dächern sind unter anderem in [11] und in Bezug auf den Holzschutz in DIN 68800-2 zu finden.

ANMERKUNG 2 Bei nicht belüfteten Dächern mit äußeren diffusionshemmenden Wärmedämmschichten mit $s_{d,e} \geq 2,0$ m trocknet erhöhte Baufeuchte oder später — z. B. durch Undichtheiten — eingedrungene Feuchte nur schlecht oder gar nicht aus. Es ist bei diesen Konstruktionen zu beachten, dass zwischen den inneren diffusionshemmenden Wärmedämmschichten ($s_{d,i}$) und den äußeren diffusionshemmenden Wärmedämmschichten ($s_{d,e}$) bzw. der äußeren Dachabdichtung Holz oder Holzwerkstoffe nur bis zu der jeweiligen zulässigen Materialfeuchte eingebaut werden.

Belüftete Luftschichten von Dächern und belüftete Dachdeckungen müssen bei Dachneigungen $\geq 5^\circ$ mindestens folgende Eigenschaften aufweisen:

- die Höhe des freien Lüftungsquerschnittes innerhalb des Dachbereiches muss mindestens 2 cm betragen (siehe Bild 1) und muss sich über die ganze Fläche erstrecken. Bedingt durch Bautoleranzen oder Einbauten kann diese freie Lüftungshöhe lokal eingeschränkt sein. Insgesamt muss aber eine Belüftung gewährleistet werden. Zur Sicherstellung von Belüftungsquerschnitten können auch mechanische Vorrichtungen oder Hilfskonstruktionen eingesetzt werden.



Legende

- 1 belüftete Dachdeckung (Dachdeckung auf Trag- und Konterlattung)
- 2 nicht belüftete Dachdeckung mit zusätzlicher belüfteter Luftschicht (Deckung auf Konterlattung, Schalung und Vordeckung)
- 3 Dachabdichtung mit zusätzlicher belüfteter Luftschicht (Dachabdichtung auf Konterlattung und Schalung)
- 4 belüftete Luftschicht
- 5 regensichernde Zusatzmaßnahme, Unterdeckbahn
- 6 Zwischensparrendämmung
- 7 Sparren
- 8 Schicht zur Begrenzung des Diffusionsstroms
- 9 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

Bild 1 — Höhe des freien Lüftungsquerschnitts von belüfteten Dachdeckungen und belüfteten Luftschichten bei Dachneigungen $\geq 5^\circ$

- der freie Lüftungsquerschnitt an den Traufen bzw. an Traufe und Pultdachabschluss muss mindestens 2 ‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche (siehe Bild 2), mindestens jedoch $200 \text{ cm}^2/\text{m}$ betragen.
- an First und Grat sind Mindestlüftungsquerschnitte von 0,5 ‰ der zugehörigen geneigten Dachflächen (siehe Bild 2) erforderlich, mindestens jedoch $50 \text{ cm}^2/\text{m}$.

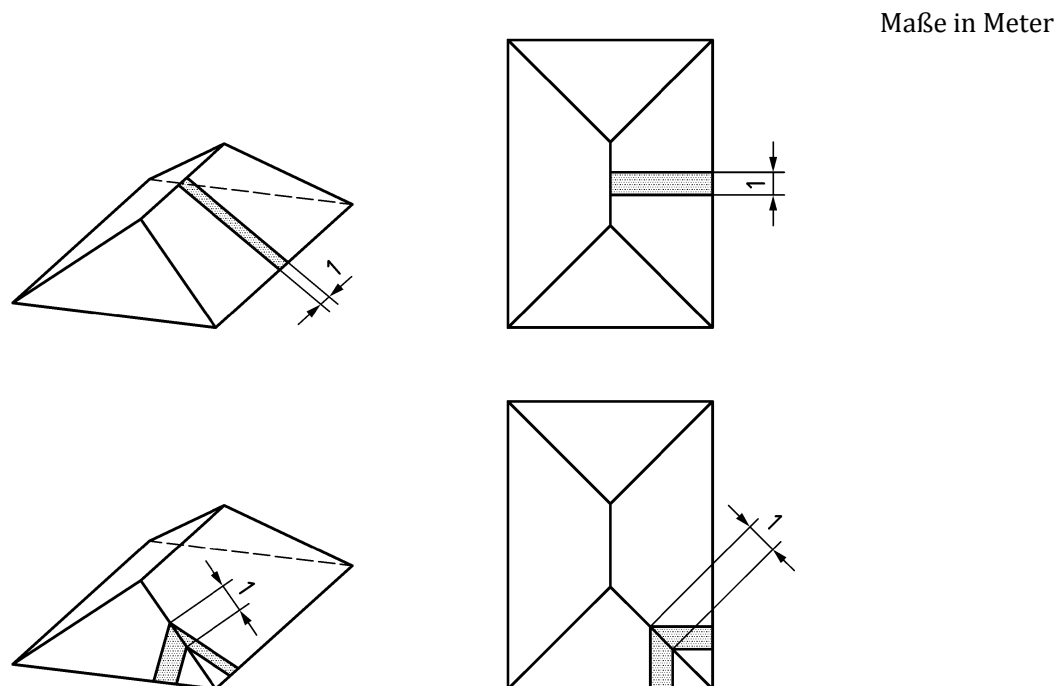
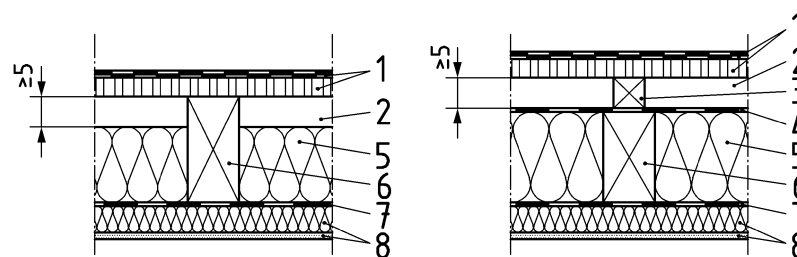


Bild 2 — Zugehörige Dachfläche je Meter Traufe und Grat

Belüftete Luftschichten von Dächern müssen bei Dachneigungen $< 5^\circ$ mindestens folgende Eigenschaften aufweisen:

- die Sparren-/Luftraumlänge (Entfernung von Zu- und Abluftöffnung) muss ≤ 10 m lang sein;
- die Mindestlüftungsquerschnitte an mindestens zwei gegenüberliegenden Dachrändern müssen mindestens 2 ‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen, mindestens jedoch $200 \text{ cm}^2/\text{m}$;
- die Höhe des freien Lüftungsquerschnittes innerhalb des Dachbereiches über der Wärmedämmschicht muss mindestens 2 ‰ der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen, mindestens jedoch 5 cm (siehe Bild 3). Die freie Lüftungshöhe muss sichergestellt sein, damit die Belüftung sichergestellt ist. Dazu sind eine freie Anströmung der Öffnungen, eine durchgehende Luftschicht und die Beachtung von Materialtoleranzen erforderlich.

Maße in Zentimeter



Legende

- 1 Dachabdichtung auf Schalung
- 2 belüftete Luftschicht
- 3 Konterlatte/-holz
- 4 Unterdeckbahn
- 5 Zwischensparrendämmung
- 6 Sparren
- 7 Schicht zur Begrenzung des Diffusionsstroms
- 8 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

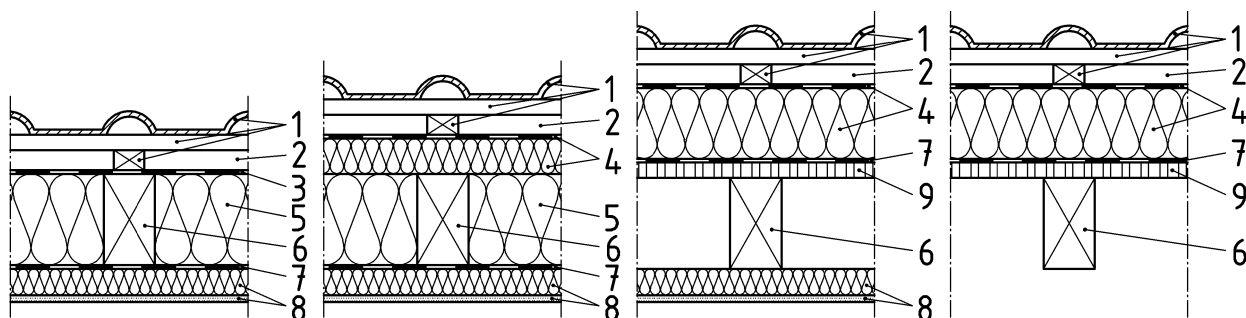
Bild 3 — Höhe des freien Lüftungsquerschnitts von belüfteten Luftschichten bei Dachneigungen $< 5^\circ$

5.3.3.2 Nicht belüftete Dächer

Der Wärmedurchlasswiderstand der Bauteilschichten unterhalb einer raumseitigen diffusionshemmenden oder diffusionsdichten Schicht darf bei Dächern ohne rechnerischen Nachweis höchstens 20 % des Gesamtwärmedurchlasswiderstandes betragen (bei Dächern mit nebeneinander liegenden Bereichen unterschiedlichen Wärmedurchlasswiderstandes ist der Gefachbereich zugrunde zu legen).

Folgende nicht belüftete Dächer bedürfen keines rechnerischen Nachweises:

a) nicht belüftete Dächer nach Bild 4 bei Einhaltung der Tabelle 3



Legende

- 1 belüftete Dachdeckung (Dachdeckung auf Trag- und Konterlattung) oder nicht belüftete Dachdeckung mit darunterliegender belüfteter Luftschicht (Dachdeckung auf Konterlattung, Schalung und Vordeckung) oder Dachabdichtung mit darunterliegender belüfteter Luftschicht (Dachabdichtung auf Konterlattung und Schalung)
- 2 belüftete Luftschicht nach 5.3.3.1
- 3 $s_{d,e}$ Unterdeckung, ggf. einschließlich Schalung
- 4 $s_{d,e}$ Unterdeckung und Aufsparrendämmung
- 5 Zwischensparrendämmung
- 6 Sparren
- 7 $s_{d,i}$
- 8 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung
- 9 Schalung

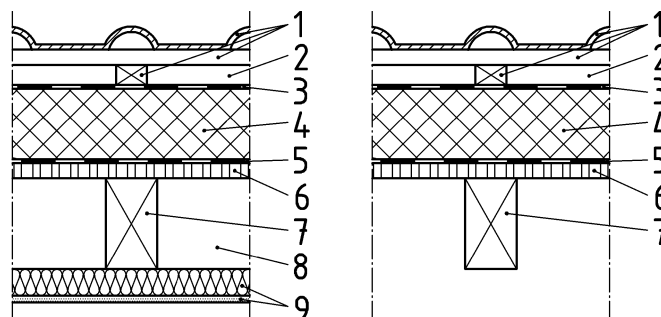
Bild 4 — Nicht belüftete Dächer mit Zwischensparrendämmung und ggf. Aufsparrendämmung und nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung

Tabelle 3 — Zuordnung der s_d -Werte für Dächer nach Bild 4

Zeile	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke m	
	außen $s_{d,e}^a$	innen $s_{d,i}^b$
1	$\leq 0,1$	$\geq 1,0$
2	$0,1 < s_{d,e} \leq 0,3$	$\geq 2,0$
3	$0,3 < s_{d,e} \leq 2,0$	$\geq 6 \cdot s_{d,e}$
^a $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich oberhalb der Wärmedämmschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht. ^b $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich unterhalb der Wärmedämmschicht befinden.		

b) nicht belüftete Dächer nach Bild 5 bei Einhaltung der Tabelle 4

Bild 5 und Tabelle 4 gelten nicht für Bauteile bei denen sich Holz oder Holzwerkstoffe zwischen $s_{d,e}$ und $s_{d,i}$ befinden.


Legende

- 1 belüftete Dachdeckung (Dachdeckung auf Trag- und Konterlattung) oder nicht belüftete Dachdeckung mit darunterliegender belüfteter Luftschicht (Dachdeckung auf Konterlattung, Schalung und Vordeckung) oder Dachabdichtung mit darunterliegender belüfteter Luftschicht (Dachabdichtung auf Konterlattung und Schalung)
- 2 belüftete Luftschicht nach 5.3.3.1
- 3 $s_{d,e}$ Unterdeckung
- 4 Aufsparrendämmung
- 5 $s_{d,i}$
- 6 Schalung
- 7 Sparren
- 8 Luftschicht
- 9 raumseitige Bekleidung mit Unterkonstruktion, ggf. inkl. Dämmung

Bild 5 — Nicht belüftete Dächer mit Aufsparrendämmung
Tabelle 4 — Zuordnung der s_d -Werte für Dächer nach Bild 5

Zeile	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	
	m	
	außen $s_{d,e}^a$	innen $s_{d,i}^b$
1	$\leq 0,5$	≥ 10
2	$> 0,5$	≥ 100

^a $s_{d,e}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich oberhalb der Wärmedämmschicht befinden bis zur ersten belüfteten Luftschicht.

^b $s_{d,i}$ ist die Summe der Werte der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aller Schichten, die sich unterhalb der Wärmedämmschicht befinden.